

La biodigestión de “micro escala” en Europa, la nueva tendencia en respuesta a la polémica por la competencia entre producción de comida y combustibles de los digestores de gran escala inicialmente promovidos y subsidiados

Michael Köttner, IBBK/GERBIO

**Congreso Latinoamericano, RedBioLAC,
Santiago de Chile**

13.11.2015

German Biogas and Bioenergy Society, FnBB

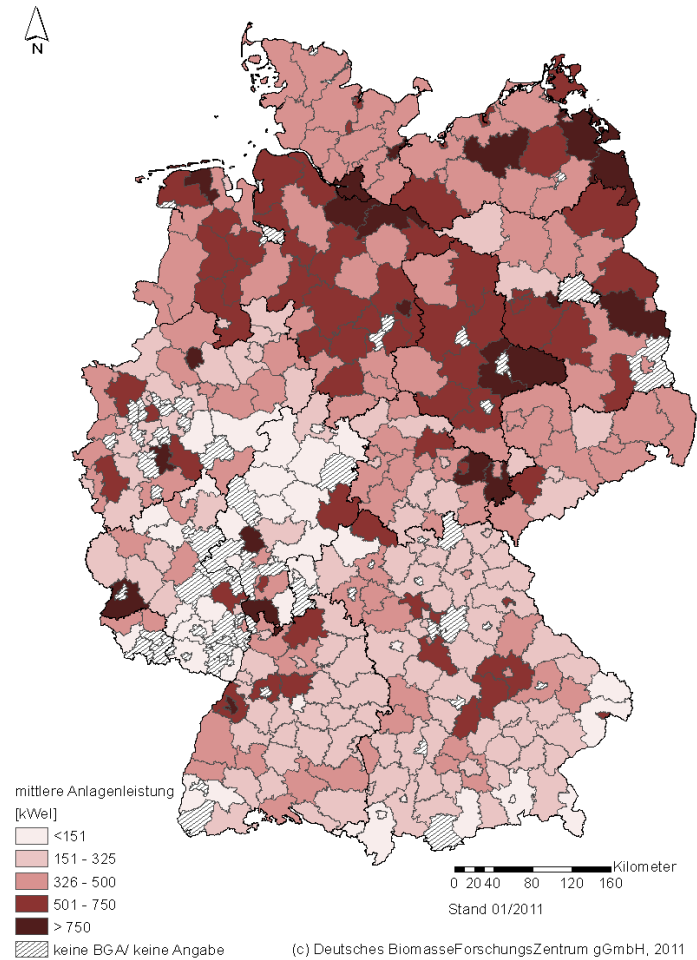
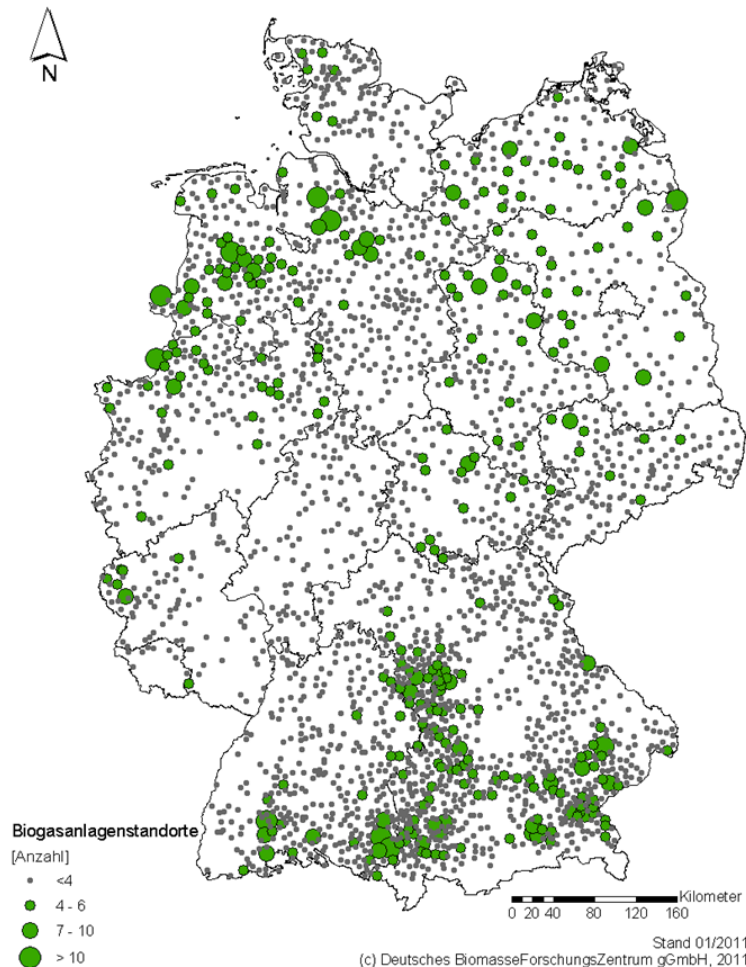
- Asociación alemana, creada en 2001
- Promueve la generación y el uso sostenible de las energías provenientes de la biomasa
- Campos de trabajo
 -  Biogás
 -  Aceites vegetales
 -  Gas de madera
 -  Estiércol líquido & sólido y tratamiento del digerido
 -  Gestión de aguas residuales descentralizadas

Contenido

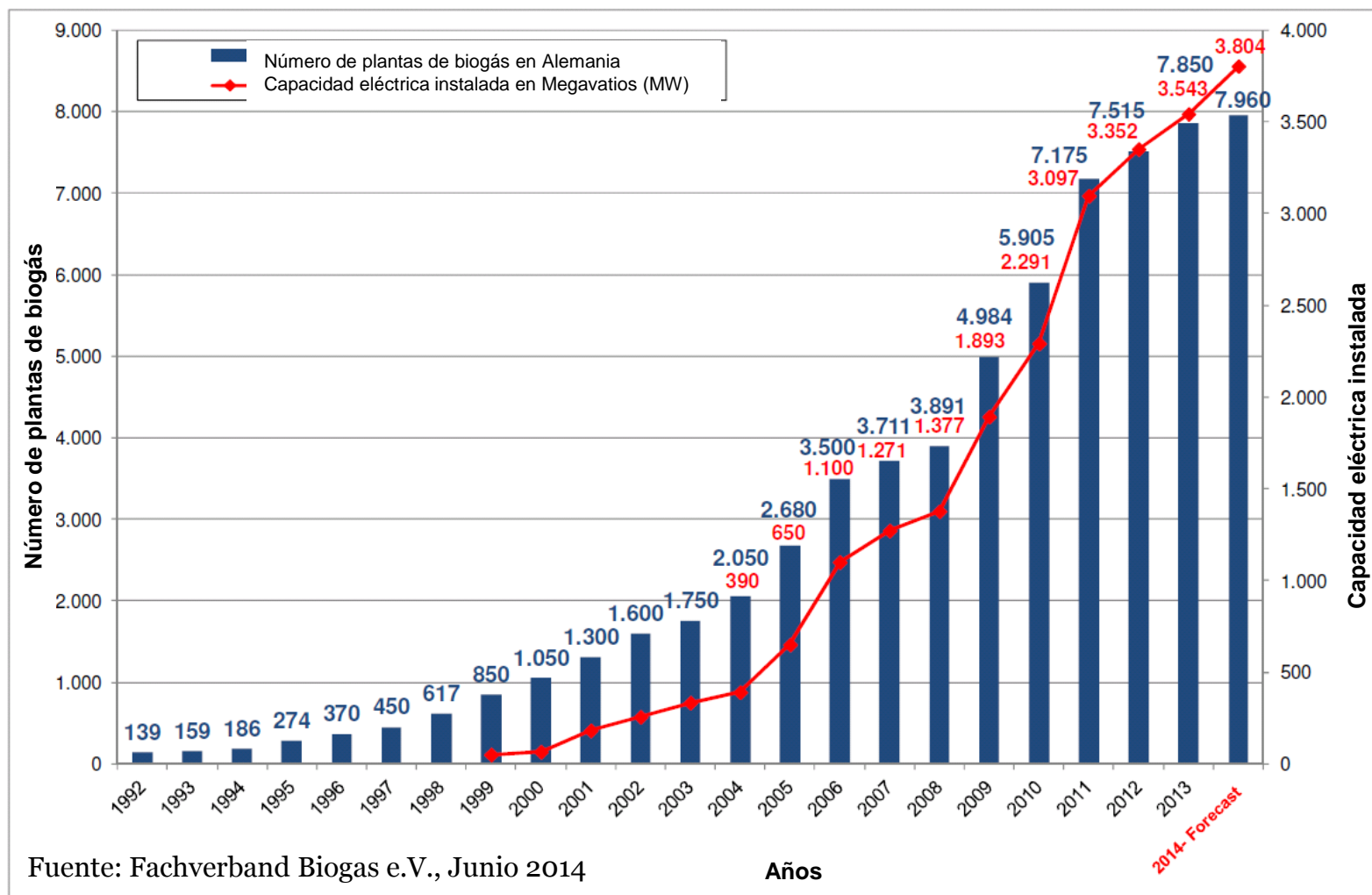
1. Visión general y marco de condiciones en Europa
2. Mejora de la producción de biogás mediante la co-digestión de estiércol
3. Posibles tecnologías: cultivos energéticos y residuos
4. Caso práctico: Procesamiento del digerido (residuo de la digestión) con unidad de generación de electricidad y calor

1. Estado de la tecnología del biogás en la agricultura industrial en Europa

Plantas de biogás en Alemania

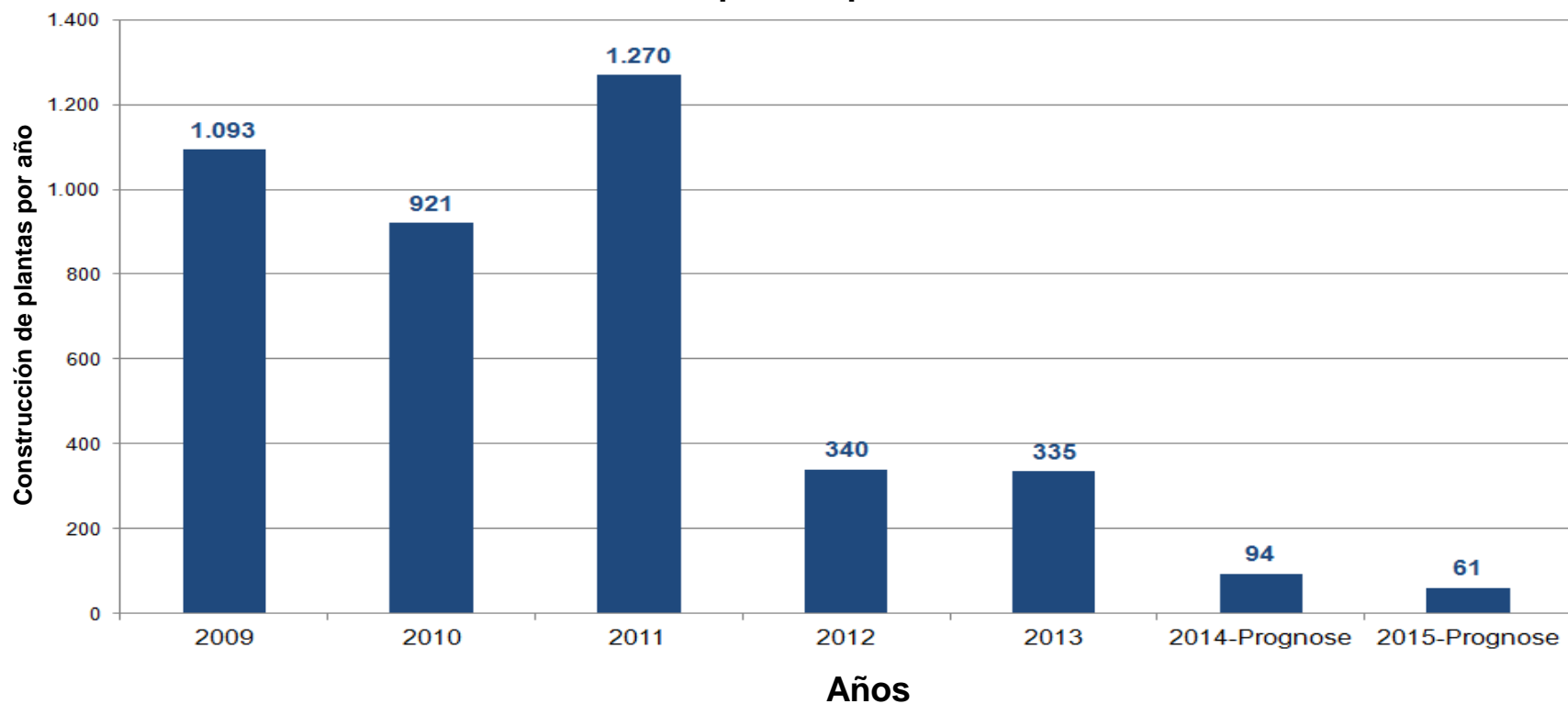


Plantas de biogás acumuladas en Alemania



Estadísticas del sector del biogás en Alemania

Construcción de plantas por año entre 2009-2015



© Fachverband Biogas e.V.

Fuente: Fachverband Biogas e.V.
* Agentur für Erneuerbare Energien

Ley alemana de energías renovables (EEG) 2014

Capacidad Grupo	Compensación Básica	Materia prima Compensación Grupo I	Materia prima Compensación Grupo II	Compensación por digestión de residuos orgánicos	Bono por refinamiento del gas
≤ 75 kW		13,66 ct/kWh		15,26 ct/kWh	
≤ 150 kW	13,66 ct/kWh	6,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	15,26 ct/kWh	3 ct/kWh hasta 700 Nm³/h
≤ 500 kW	12,34 ct/kWh	6,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	15,26 ct/kWh	2 ct/kWh hasta 1000 Nm³/h
≤ 750 kW	11,75 ct/kWh	5,0 / 2,5 ct/kWh	8,0 / 6,0 ct/kWh	14,63 ct/kWh	1 ct/kWh hasta 1400 Nm³/h
≤ 5 000 kW	10,73 ct/kWh	4,0 / 2,5 ct/kWh	8,0 / 6,0 ct/kWh	13,57 ct/kWh	Capacidad del equipo de refinamiento del biogás
≤ 20 000 kW	7,07 ct/kWh	0,0 ct/kWh	0,0 ct/kWh	13,44 ct/kWh	

Enmiendas 2014 !!

Min. 80% de estiércol líquido propio/ estiércol
No acumulativo
Potencia instalada ≤ 75 kW

Min. 90% de residuos orgánicos + compostaje del digerido
No acumulativo

Razones para el desarrollo de mercado

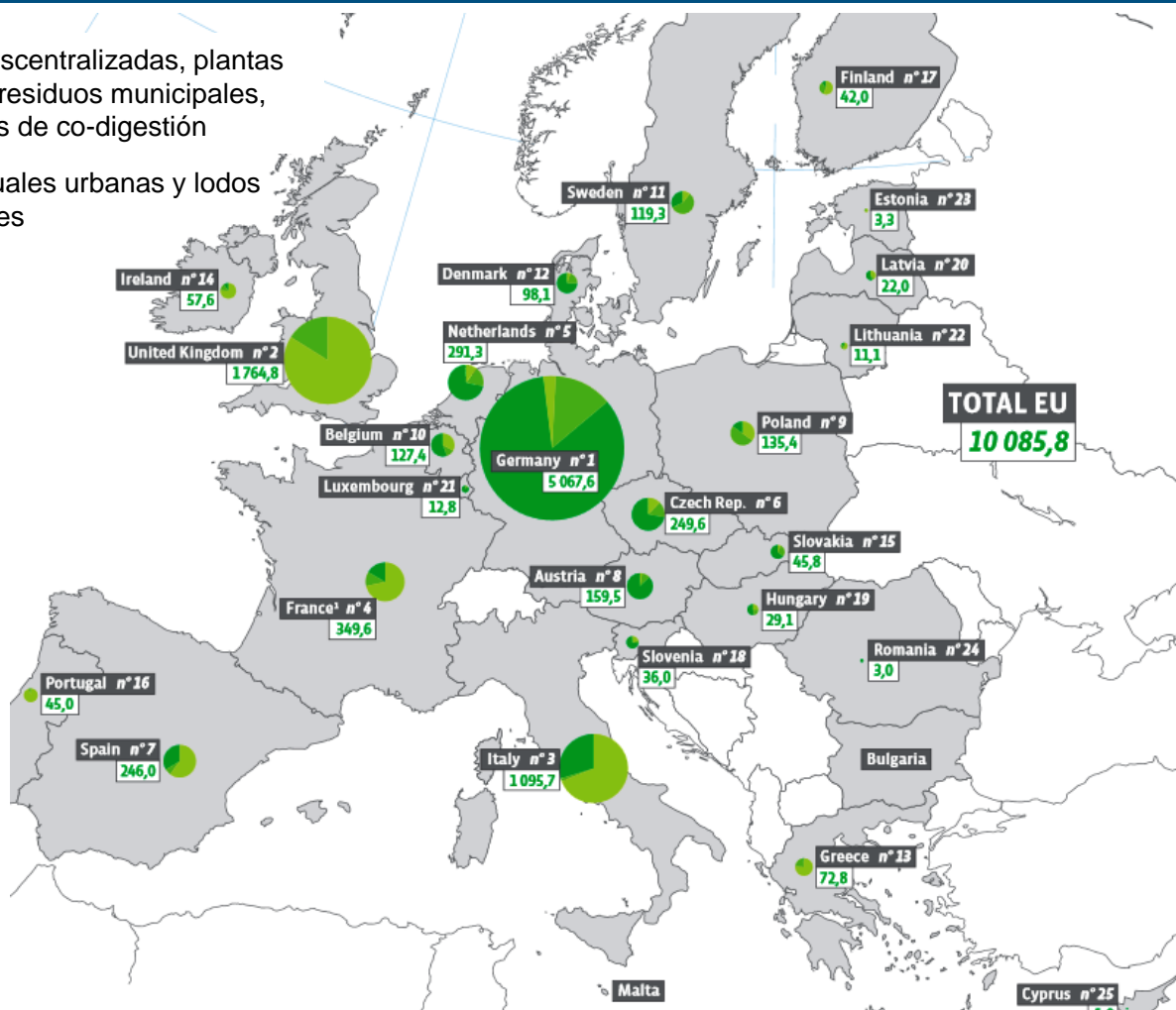
- Altos estándares en el desarrollo tecnológico
- Diferentes tipos estandarizados de digestores y tecnologías de las plantas
- Consolidación especial de tecnologías de la fermentación
- Automatización del control y operación del proceso
- Habilitación de incentivos ambientales y económicos
- Tarifas fijas reguladas (Feed in Tariff) garantizadas durante 20 años, prima para cultivos energéticos
- Acceso a la red regulada a un costo razonable

Energía de producción primaria del biogás en EU (ktoe)

Plantas agrícolas descentralizadas, plantas de metanización de residuos municipales, plantas centralizadas de co-digestión

Gas de aguas residuales urbanas y lodos residuales industriales

Gas de vertedero



Plantas de Biometano en Europa

País	Plantas de biometano	Plantas de biometano - Alimentan a la red	Total plantas de biogás (inc. LPG, aguas res., agric.)	Agrícolas	Residuos orgánicos (inc. res. org. Mun.)	Aguas residuales	LFG
Austria	10	7	503	approx. 300	55	134	14
Croatia	-	-	12	9	-	2	1
France	3	3	269	40	98	60	71
Germany	140	138	9.200	approx. 7.400	100	1.700	
Hungary	1	-	58	36	-	14	8
Italy	2	-	1.300	approx. 1000	32	60	220
Netherlands	23	23	130				
Poland	-	-	219	30	2	approx. 200	
Slovakia	-	-	57	34	4	10	9
UK	4	4	360		60	100	> 200
Sweden	47	11	242	26	26	135	55
Switzerland	17	15	600	140		460	
TOTAL	247	201	12.950				

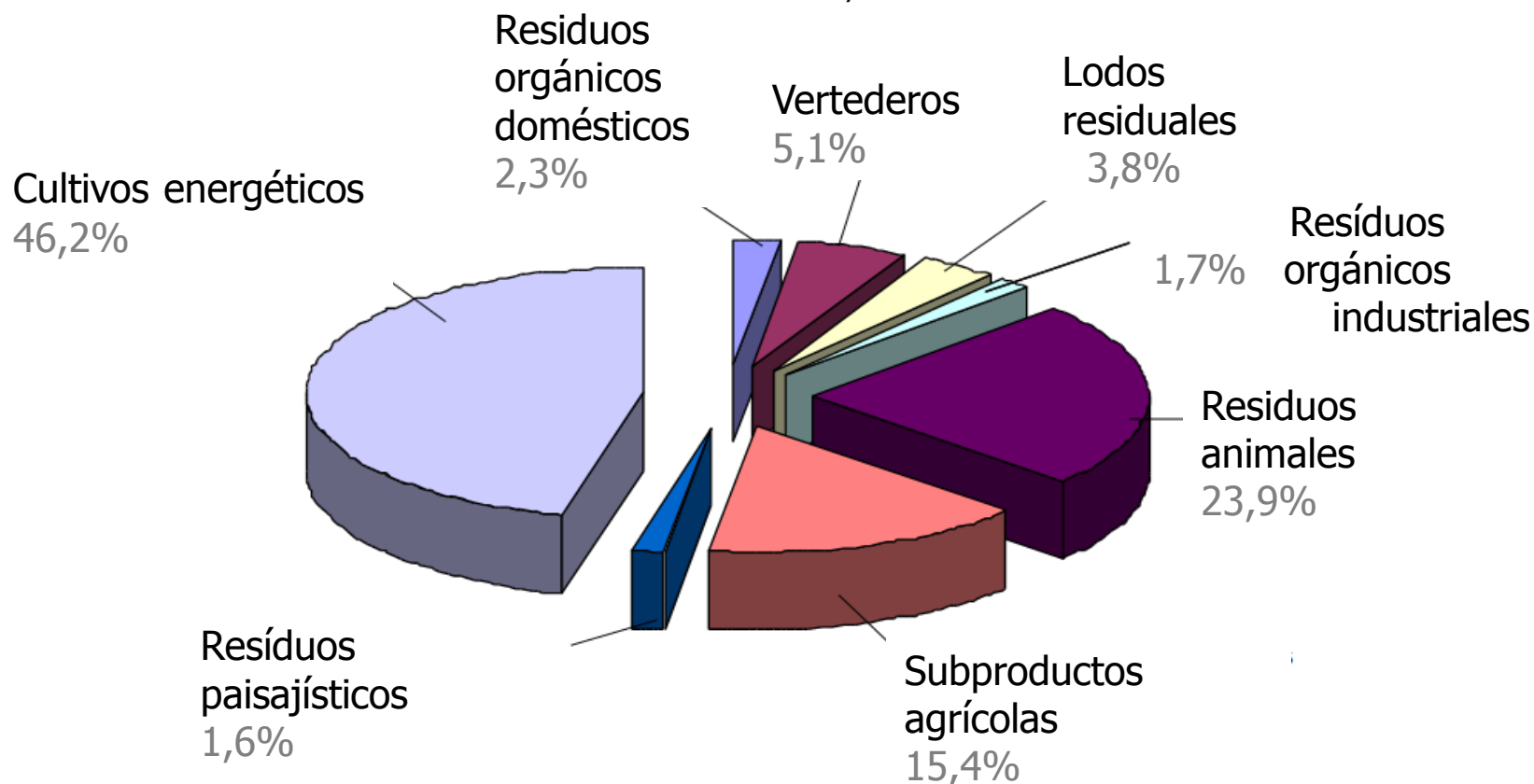
Perspectivas del sector

- En general, las condiciones se orientan más en el mercado
- La Ley alemana de Energías Renovables modificada en 2014 se centra en la reducción de costes y la producción flexible
- Aún hay buenos incentivos para las plantas de biogás que tratan estiércol y la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos
- El desarrollo de mercado en otros países europeos se ha intensificado también
- Auto comercialización de la electricidad y el gas en bolsa (Tarifa regulada más prima de mercado)
- La medición neta de electricidad y del auto-consumo de la electricidad proveniente del biogás
- Los costes del biogás procedente de cultivos energéticos ya no se contemplan a partir del 2014.
- Biometano como combustible para vehículos

2. Mejora de la producción de biogás mediante la co-fermentación de estiércol

Materias primas para la producción de biogás Alemania

En total: 24 Bln m³ de biogás: 50 Millones MWh eléctricos
72 Millones MWh térmicos



Estiércol como sustrato

- Materia prima bien conocida
- Potencialmente disponible en cantidades significativas
- Bueno para la co-digestión con otras materias primas como los residuos alimenticios
- Económicamente viable sólo si el digestor se encuentra en el lugar de producción del estiércol:
 - Transporte del estiércol es costoso
 - El estiércol tiene relativamente bajo rendimiento de biogás...

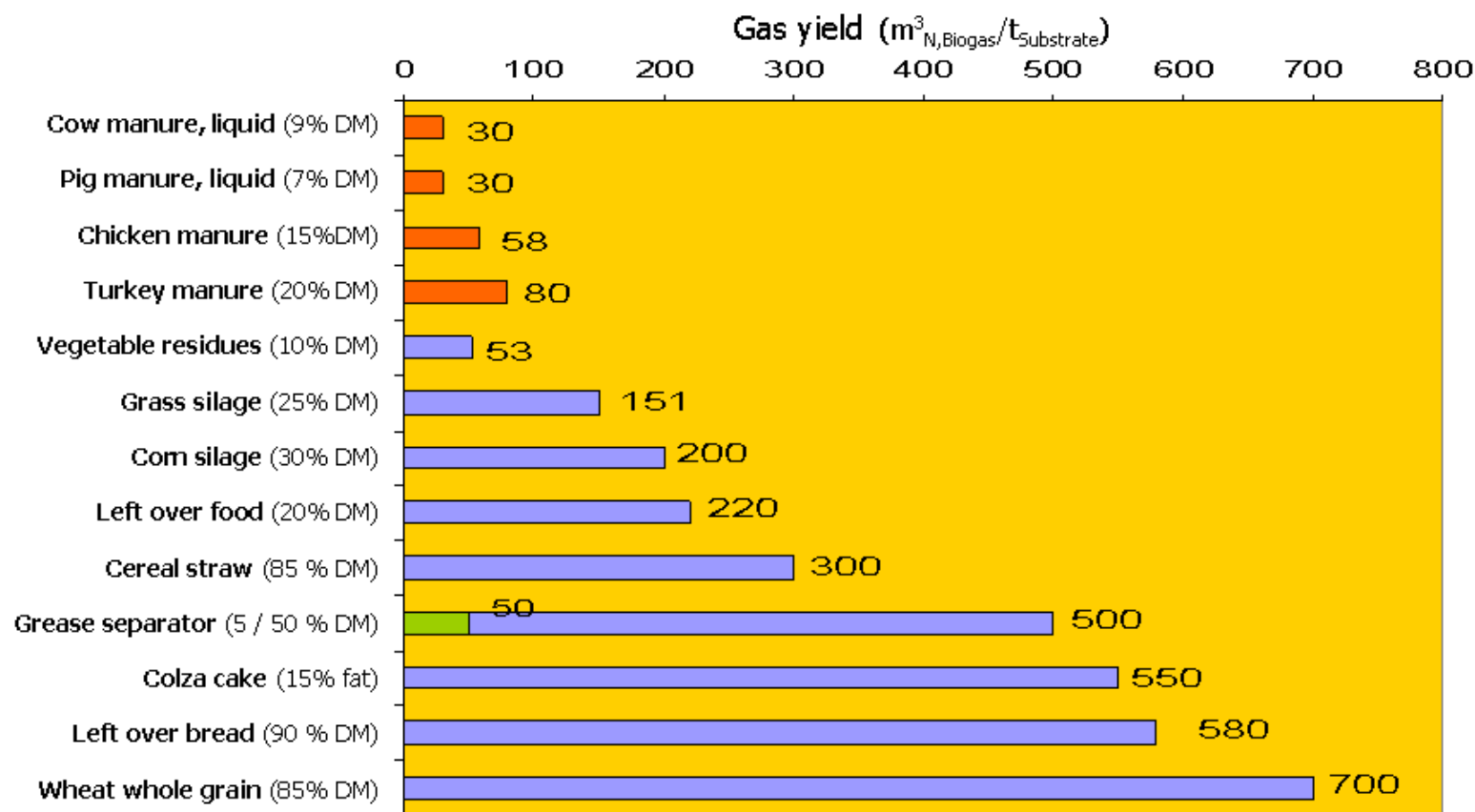
Estiércol

Sustrato	Ventajas	Desventajas
Estiércol de ganado vacuno y porcino	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fácil de manejar ✓ Cultivo bacteriano ✓ Amortiguador ✓ Razonable (precio) ✓ Tiempo de retención bajo ✓ Fácil de controlar (proceso) ✓ Estabilización del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> – Bajo contenido energético – Contaminaciones – Metales pesados – Antibióticos
Abono (reses, cerdos, caballos)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Razonable (precio) ✓ Cultivo bacteriano ✓ Amortiguador ✓ Estabilización del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> – Bajo contenido energético – Impurezas (piedras, metales, cuerdas) – Pre-tratamiento (paja) – Paja: tiempo de retención largo
Abono y estiércol de pollos y aves de corral	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Razonable (precio) ✓ Cultivo bacteriano ✓ Amortiguador 	<ul style="list-style-type: none"> – Alta en proteínas (compuestos de nitrógeno) – Impurezas (alto contenido en arena, tierra)

Co-fermentación de sustratos con estiércol

Sustratos	Ventajas	Desventajas
Cultivos energéticos (maíz, cereales de ensilados, hierba, remolacha, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto contenido energético ✓ Valor práctico existente ✓ Buena degradación 	<ul style="list-style-type: none"> – Costes de recolección y almacenamiento – Costos del sustrato – Pre-tratamiento, sistemas de alimentación – Impurezas – Largos tiempos de retención parcialmente
Digestión conjunta (restos de comida, residuos de camales, aceites y grasas, residuos orgánicos, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alto contenido energético ✓ Ingresos adicionales (por eliminación) ✓ Buena degradación 	<ul style="list-style-type: none"> – Alto pre-tratamiento – Higienización – Olor – Alto contenido en proteínas (inhibiciones) – Seguimiento de la biología y la química del proceso
Los lodos de depuradora	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fácil de manejar ✓ Barato o ingreso económico adicional ✓ Tiempo de retención corto 	<ul style="list-style-type: none"> – Bajo contenido energético – En parte altas contaminaciones – Productos químicos – Seguimiento de la biología y la química del proceso

Rendimiento de gas en diferentes sustratos



Base de datos de sustratos

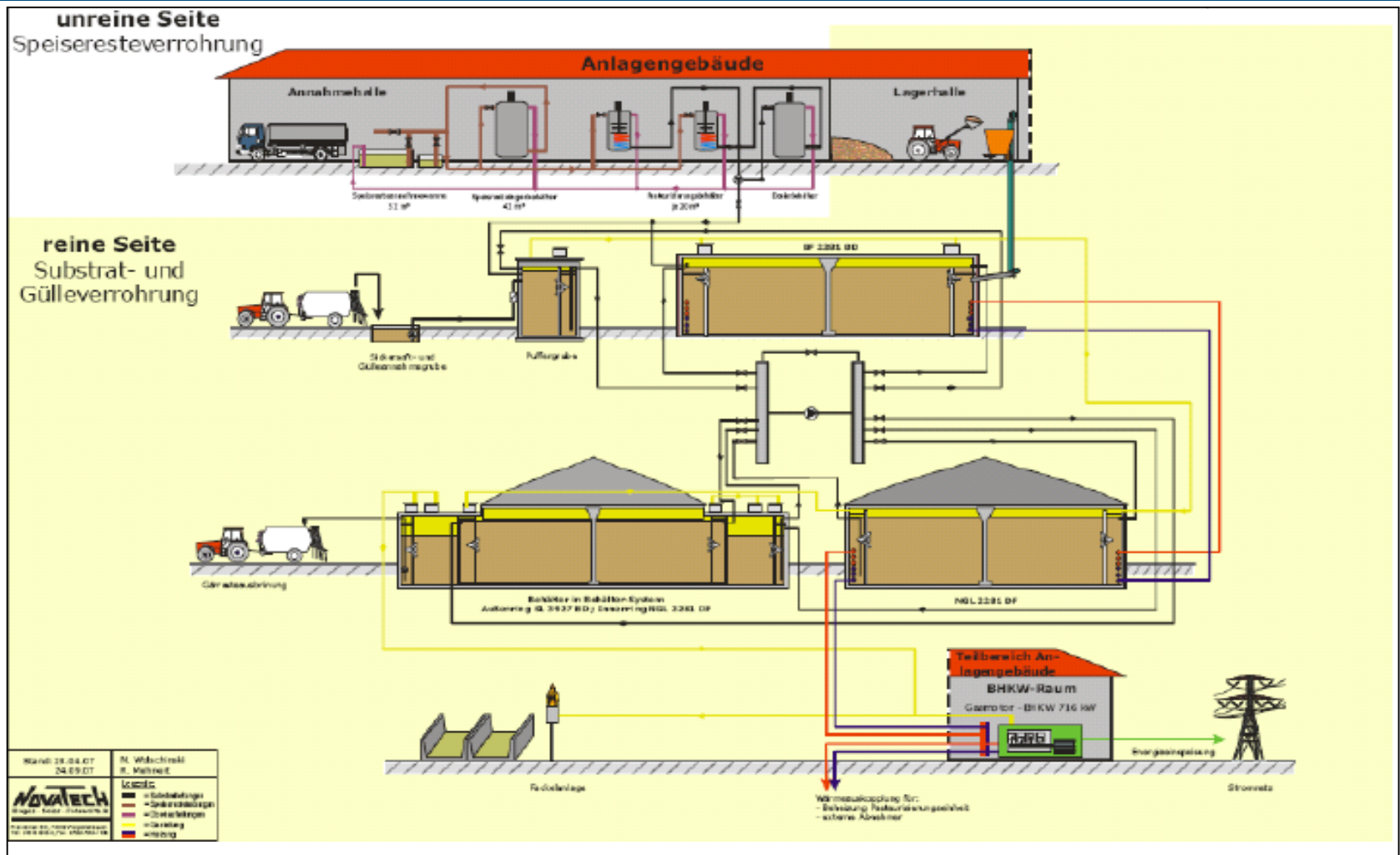
Sustrato	Biogas [m3/t FM]	Contenido en metano [%]	Materia seca [%Mat. fresca]	Materia seca orgánica [%Mat. fresca]	Nitrógeno conc. [kg/t]	Azufre conc. [kg/t]
Purín bovino	30	55	10	9	3,5	n.s.
Purín porcino	30	60	7	6	3,5	n.s.
Hojas ensiladas de la remolacha azucarera	90	54	18	14	3,2	540
Ensilados de maíz	200	53	33	32	3,0	330
Ensilado del centeno	180	55	35	30	6,3	700
Patatas	160	52	22	21	2,4	n.s.
Abonos de aves de corral	150	65	45	33	30,0	n.s.

**Sustratos
(Base de datos)**

- Conceptos básicos para la construcción de las plantas de biogás
- Conceptos básicos para el seguimiento (monitoreo)

3. Opciones tecnológicas: Cultivos energéticos y Residuos

Co-digestión: Estiércol y residuos alimentarios



Utilización del gas: Biogás - Calor y Electricidad

- Clásico: Calefacción urbana



**Tubería de
calor urbana**



Utilización del gas: Biogás - Calor y Electricidad

- Alternativa: Micro-red de gas



**Tubería gas
(menos presión)**



**Unidad de
cogeneración
satélite**



Utilización del gas: Biogás – Refinamiento – Estación de servicio

Planta Biogás

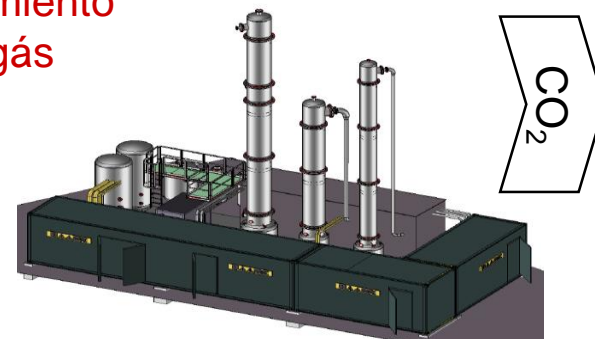
Refinamiento
Biogás

Cultivos
energéticos

Residuos
org.



Biogas



Biometano

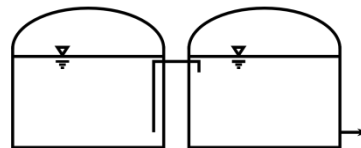
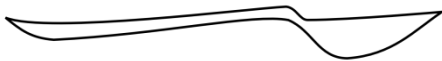
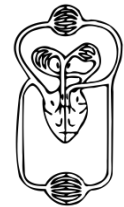
Cliente



Gasolinera

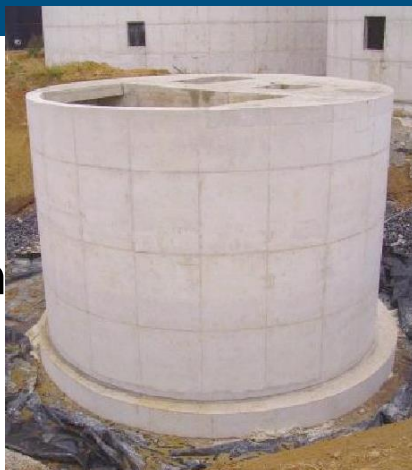
Componentes de una planta de digestión anaerobia

- 1 Almacenamiento previo y sistema de alimentación
- 2 Digestor primario (digestor simple)
- 3 Digestor secundario
- 4 Volumen de almacenamiento
- 5 Bomba(s) y agitadores
- 6 Instrumentación y unidad de control de procesos
- 7 Uso del gas: Cogenerador, quemador de gas, biometano



Sistemas de alimentación – sistemas típicos

Foso de
recepción



Sistemas de
alimentación
de sólidos



Bomba de alimentación de la tolva



Tolva



Materias primas para la digestión conjunta



Tipos de digestores

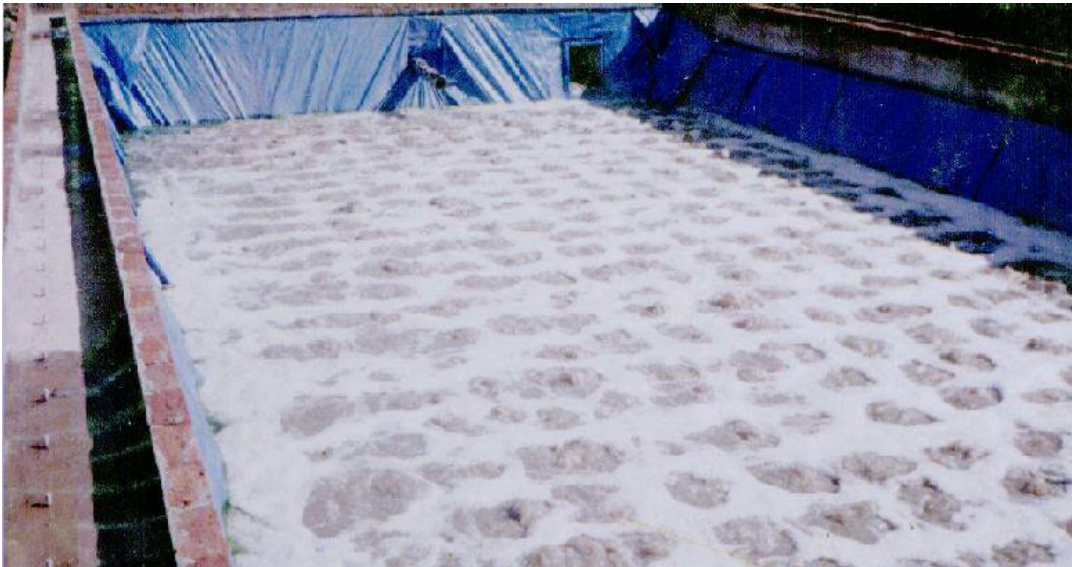
- Alimentación húmeda:



- Alimentación seca:



Lagunas – sistemas mejorados; mezcla neumática



- Mezcla de gas mejorada con boquillas venturi → los lodos residuales no se asientan
- Adecuado para estiércol líquido

Usos del digerido (residuo de la digestión)

- Digerido se puede esparcir en los campos:
 - No hay restricciones de higiene con purines y materia vegetal
- Fertilizante mejorado:
 - Evita la pérdida de nutrientes
 - Reduce el efecto de la quemaduras en las plantas
 - Mejora las propiedades de fluidez
 - Mejora la compatibilidad de la plantas
 - Mejora la salud de las plantas
 - Reduce la capacidad de germinación de las semillas de malezas
- A nivel ambiental:
 - Reduce la intensidad de los olores
 - Reduce la contaminación del aire por metano y amoníaco
 - Reduce el lavado de nitrato
- Desinfecta los purines
- Recicla los residuos orgánicos (co-fermentación)
- Puede evitar los costos de conexión a una central de alcantarillado



Procesado y fertilización del digerido líquido

- Almacenamiento digerido

Después del tratamiento anaeróbico de los purines y durante el almacenamiento se producen pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco

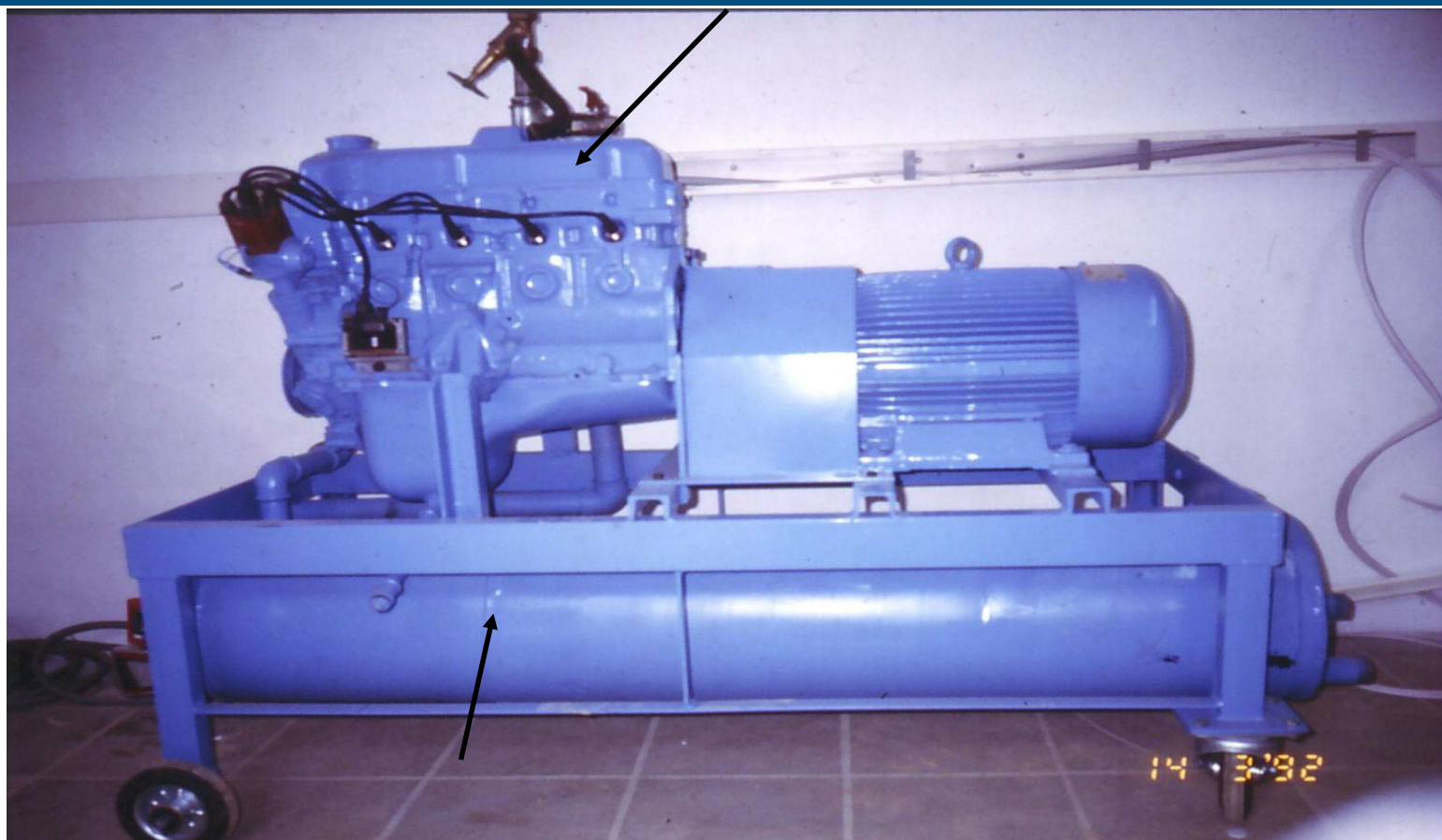
- Aplicación del digerido en el suelo

Durante la aplicación, las pérdidas de nitrógeno se pueden presentar en forma gaseosa (amoníaco) y en forma mineral (nitrato)



4. Caso práctico: Cogeneración electricidad y calor en áreas fuera de la red

Motor a Biogás FORD 30 kW



Motor a Biogás 300 kW



Cogenerador: Extracción de electricidad y calor

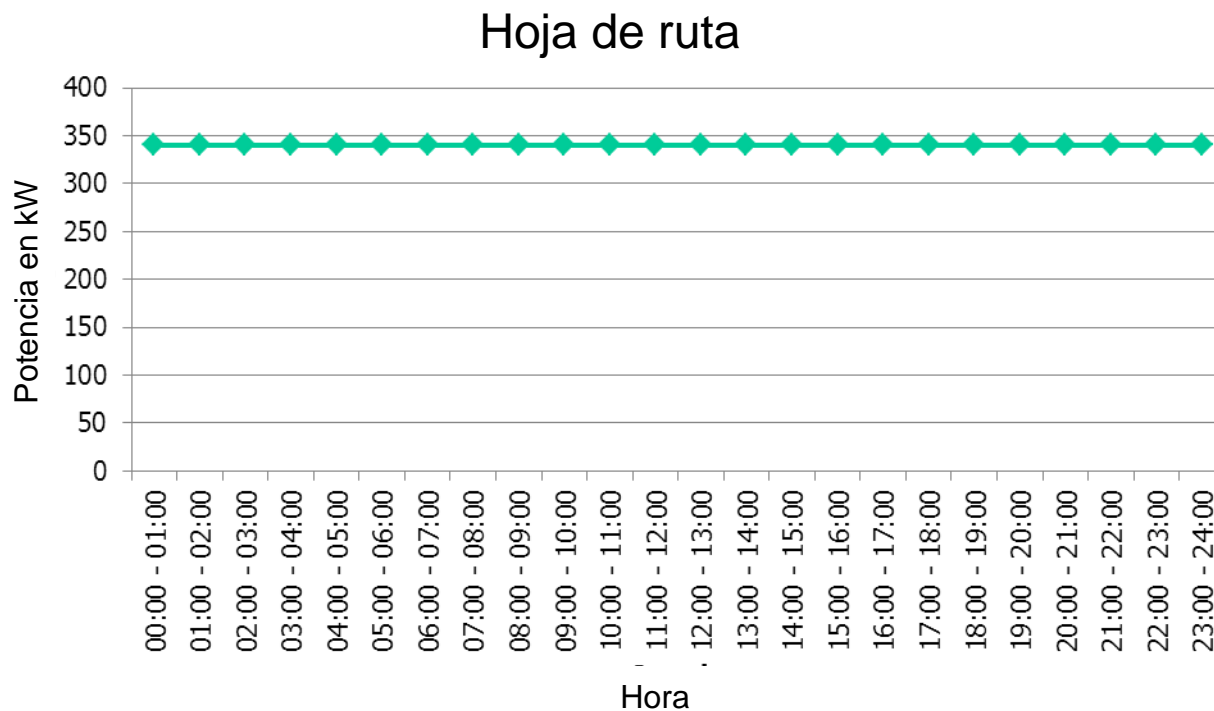
Rendimiento de electricidad y calor:

- . Eficiencia electricidad 30 - 40 %
- . Eficiencia calor 35 - 50 %

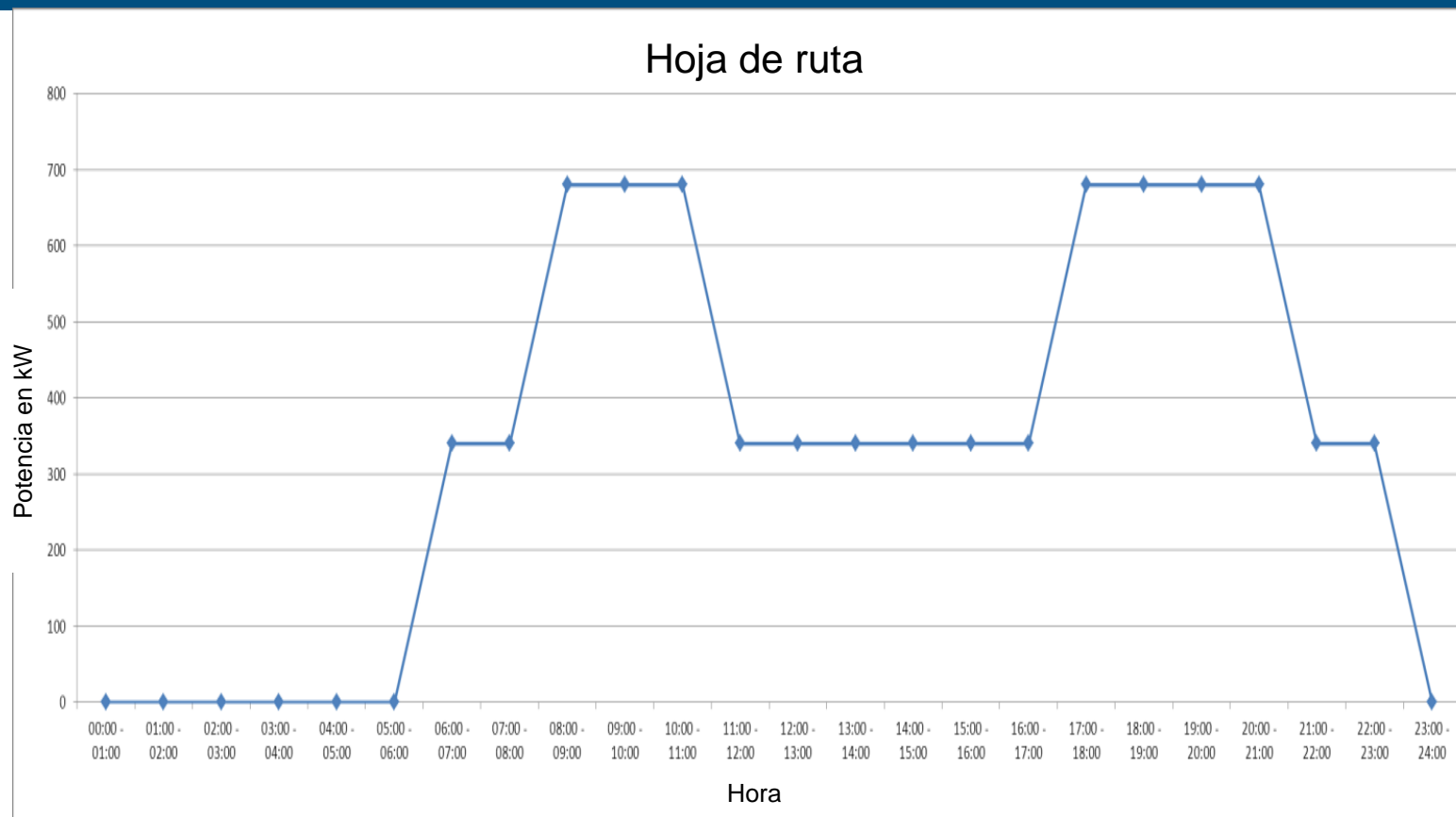
Motores a gas: energía calor = 110 -130 % energía electricidad

Motores diesel de combustible dual: energía calor = 80 -100 % energía electricidad

Producción de biogás y electricidad continua



Producción flexible de electricidad fuera de la red



Producción flexible de electricidad fuera de la red

Condiciones técnicas a ser revisadas

- Almacenamiento del gas, volumen, tuberías de gas
- Capacidad mayor del cogenerador
- Salida regulada en un corto plazo
- El servicio garantizado del fabricante debe ser válido para la generación flexible
- La aprobación debe ser adaptada (salida, seguridad, trabajo administrativo,...)
- Costos de servicio más altos

Biodigestión de micro escala vs. biodigestión de gran escala

Conclusiones

- Clasificación de micro escala de 10 a 100 kW; en Alemania máx. 75 kW
- Uso principalmente de estiércol animal, menos cultivos energéticos
- Baja producción de biogás del estiércol => digestores de gran volumen
- Digestión conjunta de cultivos energéticos o residuos orgánicos para incrementar la producción de gas
- Uso de residuos orgánicos para el reciclaje de nutrientes y materia orgánica
- Pequeñas plantas de biogás requieren mayores subsidios, pero tienen costos menores de sustratos => menos cultivos energéticos

¡Muchas gracias por su atención!

Michael Köttner, Vice-Presidente

**German Biogas and Bioenergy Society,
FnBB**

**www.gerbio.org
koettner@gerbio.org**